

**QUÍMICA**  
**NIVEL SUPERIOR**  
**PRUEBA 3**

Miércoles 4 de noviembre de 2009 (mañana)

1 hora 15 minutos

Número de convocatoria del alumno

0	0							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

**INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS**

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas de dos de las Opciones en los espacios provistos. Puede continuar con sus respuestas en hojas de respuestas. Escriba su número de convocatoria en cada una de las hojas de respuestas, y adjúntelas a este cuestionario de examen y a su portada empleando los cordeles provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen las letras de las Opciones que ha contestado y la cantidad de hojas de respuestas que ha utilizado.



**Opción A — Química analítica moderna**

**A1.** La espectroscopía de RMN de  $^1\text{H}$  y la espectroscopía IR se relacionan con la absorción de radiación electromagnética.

- (a) (i) Identifique la región del espectro electromagnético que se utiliza en la espectroscopía de RMN de  $^1\text{H}$ . [1]

.....

- (ii) Explique por qué se usa tetrametilsilano (TMS) como sustancia patrón de referencia en la espectroscopía de RMN de  $^1\text{H}$ . [1]

.....

.....

- (b) Identifique cuál de las siguientes moléculas absorbe radiación IR y explique su elección. [2]

$\text{H}_2$                        $\text{O}_2$                        $\text{HCl}$

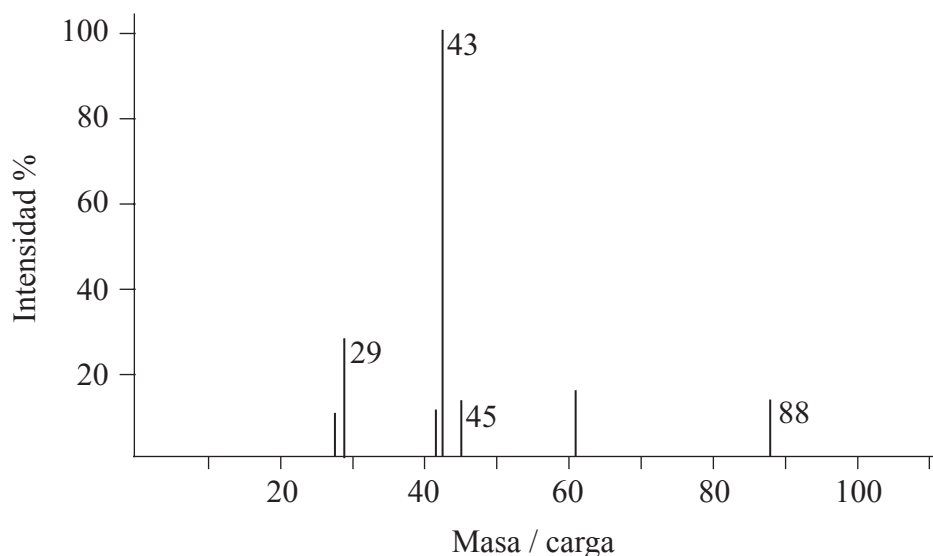
.....

.....

.....

.....

- A2.** (a) A continuación se muestra el espectro de masas de un compuesto desconocido, **X**, cuya fórmula empírica es  $C_2H_4O$ .



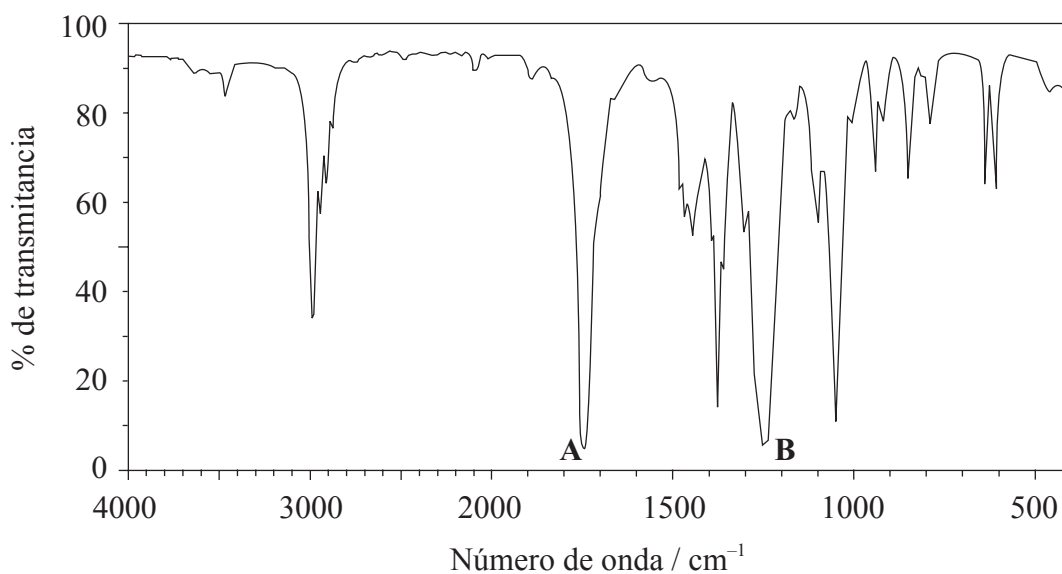
[Fuente: Cleapss Guides: L202 Spectra (Cleapss School Science Service), Sept 2000.]

- (i) Determine la masa molecular relativa de **X** a partir del espectro de masas y deduzca la fórmula del ion molecular. [2]
- .....
- .....
- (ii) Identifique un fragmento capaz de originar el pico a  $m/z = 29$ . [1]
- .....
- (iii) Comente sobre la ausencia de un pico a  $m/z = 59$ . [1]
- .....
- .....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta A2: continuación)

(b) A continuación se presenta el espectro IR de **X**.



[Fuente: [http://modbo1.ibase.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre\\_index.cgi?lang=eng](http://modbo1.ibase.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi?lang=eng)]

- (i) Use la Tabla 17 del Cuadernillo de Datos para identificar los enlaces que corresponden a las absorciones **A** y **B**. [1]

**A:** .....

**B:** .....

- (ii) Deduzca el nombre del grupo funcional presente en **X**. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta A2: continuación)

- (c) En la Tabla 18 del Cuadernillo de Datos hallará los valores característicos de desplazamiento químico de protones. El espectro de RMN de  $^1\text{H}$  de **X** presenta tres picos. En la siguiente tabla se dan detalles de dos de ellos.

Pico	Desplazamiento químico / ppm	Área relativa del pico	Patrón de desdoblamiento
Primero	2,0	3	Singlete
Segundo	4,1	2	Cuartete
Tercero			

- (i) Deduzca una estructura posible de **X** que sea consistente con los espectros de masas, IR y de RMN de  $^1\text{H}$ . [1]

- (ii) Complete la Tabla de arriba sugiriendo el desplazamiento químico del tercer pico e indique el área relativa del pico y su patrón de desdoblamiento. [3]

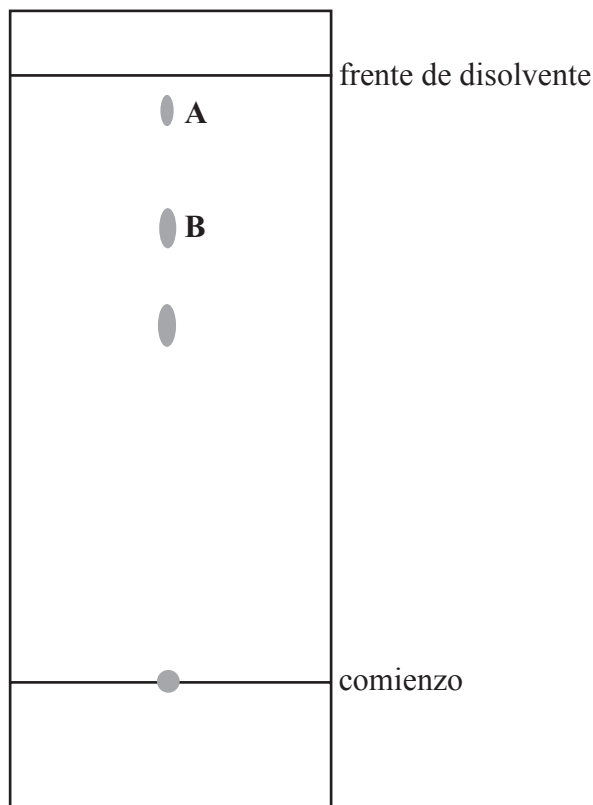
- (iii) Explique el patrón de desdoblamiento del pico cuyo desplazamiento químico es de **4,1** ppm. [2]

.....  
 .....  
 .....

**A3.** La cromatografía se usa para detectar la presencia de drogas ilegales en los deportes.

(a) El cromatograma de una muestra concentrada de orina de un atleta muestra la presencia de una sustancia prohibida cuyo valor de  $R_f$  es de 0,75.

(i) Calcule los valores de  $R_f$  para **A** y **B** y con ello deduzca cuál de las manchas corresponde a la sustancia prohibida. [2]



$R_f$  de **A**:

.....

$R_f$  de **B**:

.....

Sustancia prohibida:

.....

(ii) Sugiera cómo variarían los resultados si el experimento se repitiera con un disolvente distinto. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta A3: continuación)

- (b) La cromatografía en papel y en columna tienen fases estacionarias y móviles. Identifique las fases estacionarias en las diferentes técnicas. [2]

Cromatografía en papel:

.....

Cromatografía en columna:

.....

- A4. El ion complejo  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  es verde y el  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  es azul. Explique por qué el ion complejo  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  es coloreado y resuma por qué al cambiar el ligando cambia la coloración del ion. [4]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Opción B — Bioquímica humana**

**B1.** Las proteínas son componentes vitales para los sistemas vivos.

- (a) Indique la fórmula general de los 2-aminoácidos. [1]

.....

- (b) Indique **dos** propiedades características de los 2-aminoácidos. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Use la Tabla 19 del Cuadernillo de Datos, para deducir la fórmula estructural de **dos** dipéptidos que se podrían formar por reacción de alanina con serina e indique el otro producto de la reacción. [3]

Otro producto de la reacción:

.....

- (d) Explique la diferencia entre las estructuras primaria y secundaria de las proteínas. [2]

.....

.....

.....

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*





*(Pregunta B1: continuación)*

(e) Explique cómo analizar una muestra de proteína por electroforesis.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**B2.** Las enzimas son proteínas que juegan un rol importante en los procesos bioquímicos que se producen en el cuerpo.

(a) Indique la principal función de las enzimas en el cuerpo humano. [1]

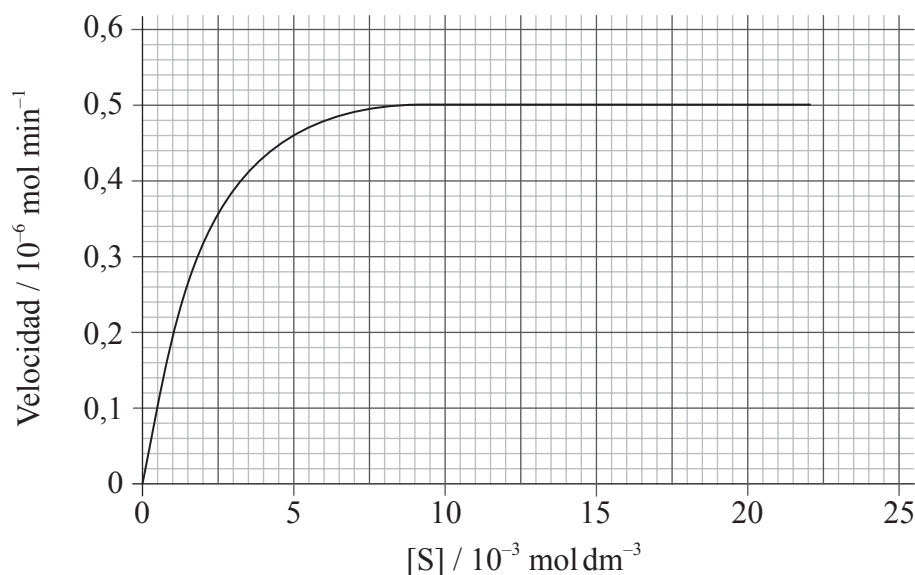
.....  
 .....

(b) Describa el mecanismo de la acción enzimática en términos de estructura. [3]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

(c) El siguiente gráfico muestra cómo varía la velocidad de una reacción catalizada por enzimas a medida que aumenta la concentración del sustrato.

(i) Use el gráfico para determinar  $V_{\max}$  y la constante de Michaelis,  $K_m$ . [2]



$V_{\max}$ : .....

$K_m$ : .....

(ii) Dibuje una línea en el gráfico para representar el efecto de añadir un inhibidor competitivo. [1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta B2: continuación)*

- (d) Indique y explique los efectos de los iones de metales pesados y del aumento de temperatura sobre la actividad enzimática.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Opción C — Química en la industria y la tecnología**

**C1.** (a) El aluminio se extrae por electrólisis de una mezcla fundida que contiene alúmina,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , usando electrodos de grafito.

(i) Indique la semiecuación que representa la reacción en el electrodo negativo (cátodo). [1]

.....

(ii) En el electrodo positivo (ánodo) se produce oxígeno. Indique el nombre de otro gas que se produce en este electrodo. [1]

.....

(b) (i) Indique **dos** propiedades del aluminio que lo hacen adecuado para su uso como cable eléctrico aéreo. [1]

.....

.....

(ii) Las aleaciones de aluminio con níquel se usan para fabricar partes de motores. Explique, haciendo referencia a la estructura de estas aleaciones, por qué son menos maleables que el aluminio puro. [2]

.....

.....

.....

.....



**C2.** El poli(cloruro de vinilo) (PVC) y el polieteno son polímeros que se obtienen a partir del petróleo crudo.

(a) Explique por qué el PVC es menos flexible que el polieteno. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(b) Indique cómo se puede hacer más flexible el PVC durante su fabricación y explique el aumento de flexibilidad a nivel molecular. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(c) El PVC existe en forma isotáctica y atáctica. Dibuje la estructura de la forma isotáctica mostrando una cadena de por lo menos seis átomos de carbono. [1]

**C3.** Se pueden obtener ‘*tubos de ensayo*’ de nano-dimensiones, con un extremo abierto, a partir de estructuras de carbono.

- (a) Describa estos ‘*tubos de ensayo*’ haciendo referencia a las estructuras de los alótropos del carbono. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Los nanotubos de carbono se pueden usar como catalizadores.

- (i) Sugiera **dos** razones de su efectividad como catalizadores heterogéneos. [2]

.....

.....

.....

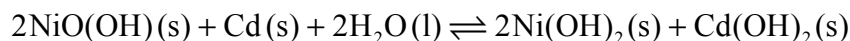
- (ii) Indique **una** preocupación potencial asociada al uso de los nanotubos de carbono. [1]

.....

.....

**C4.** Las baterías recargables de níquel-cadmio se usan en equipos eléctricos portátiles y alumbrado de emergencia.

El proceso de **descarga** se puede resumir por medio de la siguiente ecuación.



- (a) Indique la variación del número de oxidación del cadmio y deduzca si actúa como electrodo positivo o negativo durante el proceso de descarga. [2]

.....

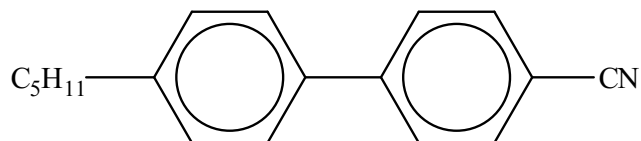
.....

- (b) Identifique una propiedad física del  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  que permita que este proceso sea reversible y recargar la batería. [1]

.....



- C5.** La siguiente, es la estructura del 4-pentil-4-cianofenilo, un material nemático cristalino disponible comercialmente que se usa en las pantallas de los dispositivos eléctricos.



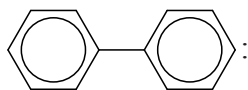
- (a) Explique cómo contribuyen las tres partes diferentes de la molécula a las propiedades del compuesto usado en las pantallas de los dispositivos eléctricos. [3]

CN:

.....  
 .....

C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>:

.....  
 .....



.....  
 .....

- (b) Describa y explique, a nivel molecular, el funcionamiento de un cristal líquido nemático retorcido. [4]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Opción D — Medicinas y drogas**

**D1.** El descubrimiento de la penicilina fue uno de los logros científicos más significativos del siglo pasado.

- (a) Describa el modo de acción de las penicilinas en el tratamiento de enfermedades infecciosas. [2]

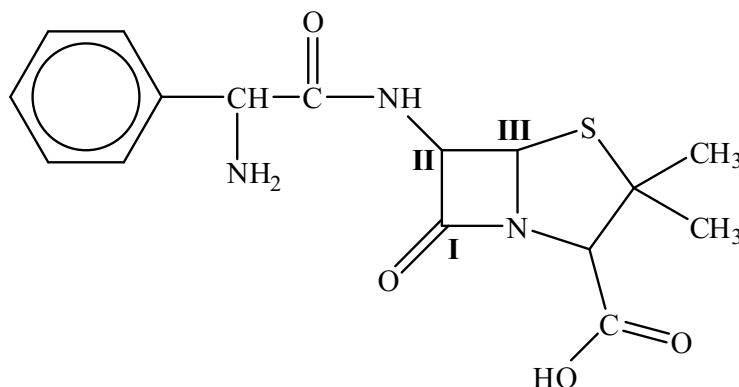
.....

.....

.....

.....

- (b) La ampicilina es una penicilina semi-sintética usada para el tratamiento de infecciones pulmonares. La estructura del antibiótico se muestra a continuación.



- (i) Explique por qué es importante continuar desarrollando penicilinas semi-sintéticas. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Describa el uso de computadores en el diseño de drogas. [2]

.....

.....

.....

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta D1: continuación)

- (c) Indique el tipo de hibridación de cada átomo de carbono (**I**, **II** y **III**) en el anillo  $\beta$ -lactama de la ampicilina completando la siguiente tabla, y explique por qué el grupo amida es elevadamente reactivo.

[2]

Átomo de carbono	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Hibridación			

.....

.....

**D2.** (a) Explique el significado de los términos:

(i) *efecto secundario* [1]

.....  
.....

(ii) *margen terapéutico* [1]

.....  
.....

(iii) *efecto placebo.* [1]

.....  
.....

(b) La efectividad de una droga depende del método de administración.

(i) Uno de los métodos usados para inyectar drogas en el cuerpo tiene como consecuencia un efecto muy rápido. Indique el método y explique su rápida acción. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(ii) Enumere los otros **dos** métodos que se pueden usar para inyectar drogas en el cuerpo. [1]

.....  
.....

(iii) Identifique el método de administración usado para tratar enfermedades respiratorias como el asma. [1]

.....

**D3.** La anfetamina y la metanfetamina son drogas de las que se ha abusado ampliamente.

- (a) Indique **un** efecto a corto plazo de la anfetamina sobre el cuerpo humano. [1]

.....  
.....

- (b) Explique por qué la anfetamina se clasifica como *droga simpaticomimética* y relacione este hecho con su estructura. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

- (c) El uso regular de anfetamina y metanfetamina puede producir *tolerancia*. Explique por qué esto es potencialmente peligroso. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

- (d) La anfetamina existe en forma de isómeros ópticos. Describa cómo usar auxiliares quirales para sintetizar sólo la forma enantiómera deseada de una droga a partir de un compuesto inicial no quiral. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- (e) En la Tabla 20 de Cuadernillo de Datos hallará las estructuras de la morfina y la heroína. Explique la elevada potencia de la heroína comparada con la morfina. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

**Opción E — Química ambiental**

**E1.** En la actualidad, está ampliamente aceptado que el aumento de producción de dióxido de carbono conduce al calentamiento global.

- (a) Describa cómo actúa el dióxido de carbono como gas de invernadero. [2]

.....  
.....  
.....

- (b) Discuta la influencia del aumento de la cantidad de gases de invernadero sobre el ambiente. [3]

.....  
.....  
.....  
.....

**E2.** La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una medida de la contaminación del agua.

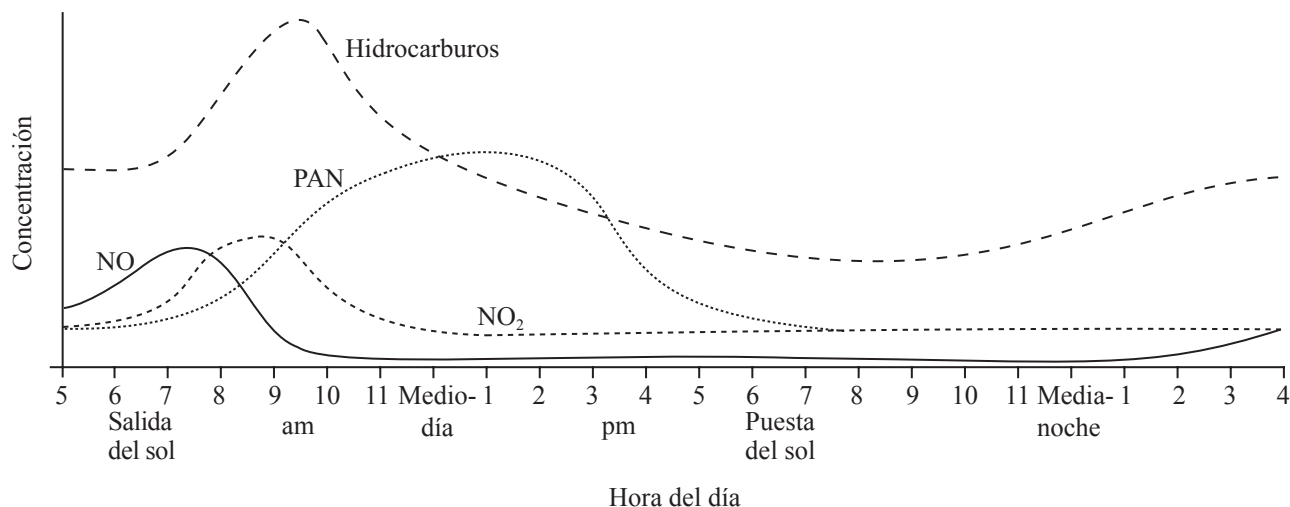
- (a) Identifique la etapa del tratamiento de aguas residuales en la que se eliminan las sustancias responsables de los valores elevados de DBO y explique cómo se realiza. [2]

.....  
.....  
.....

- (b) Describa cómo el añadido de nitratos o fosfatos a una muestra de agua puede aumentar el valor de DBO de dicha muestra. [2]

.....  
.....  
.....

**E3.** Se midieron las concentraciones de algunos contaminantes en una ciudad durante un periodo de 24 horas. Los resultados se muestran a continuación.



- (a) Resuma la causa del aumento de los niveles de NO entre las 5 y las 8 am. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Resuma la causa del aumento de la concentración de peroxiacetilnitratos (PAN) entre las 8 am y la 2 pm. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Indique por qué una inversión de temperatura ocasiona a menudo la formación de niebla contaminante (smog). [1]

.....

.....

- (d) Demostrar, indicando una ecuación, cómo uno de los contaminantes anteriores reacciona con los radicales HO• para producir uno de los constituyentes de la lluvia ácida. [1]

.....

**E4.** Los vertederos se usan para la evacuación de cerca del 90% de los residuos domésticos del mundo, pero en algunos países el uso de la incineración está aumentando.

- (a) Indique **una** ventaja de cada método. [2]

Vertederos:

.....  
.....

Incineración:

.....  
.....

- (b) Sugiera por qué algunos plásticos biodegradables no se descomponen en los vertederos. [1]

.....  
.....

- (c) Los residuos radiactivos pueden ser de dos tipos, de alta intensidad y de baja intensidad. Compare los períodos de semidesintegración y los métodos usados para la evacuación de los dos tipos de residuos. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**E5.** Los compuestos de los metales pesados son uno de los tipos de sustancias tóxicas que se encuentran en el agua. Los iones plomo(II),  $\text{Pb}^{2+}$ , se pueden eliminar haciendo burbujear sulfuro de hidrógeno,  $\text{H}_2\text{S}$ , a través del agua contaminada. El producto de solubilidad del sulfuro de plomo a  $25^\circ\text{C}$  es  $1,25 \times 10^{-28} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$ .

(a) Calcule la concentración de iones  $\text{Pb}^{2+}$  en una solución saturada de sulfuro de plomo. [2]

.....  
 .....  
 .....

(b) Explique cómo el agregado de sulfuro de hidrógeno disminuye la concentración de iones  $\text{Pb}^{2+}$  en una solución saturada. [2]

.....  
 .....  
 .....

**Opción F — Química de los alimentos**

**F1.** La desnutrición puede estar causada por hambruna, regímenes o cuando una persona ingiere exceso de alimentos altamente procesados.

(a) Indique **una** función de un nutriente. [1]

.....  
 .....

(b) Describa la composición estructural de los siguientes nutrientes:

(i) grasas y aceites [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....

(ii) monosacáridos. [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....

(c) El hígado es una fuente de ácido araquidónico,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$ , y los aceites de pescado son una fuente de ácido linolénico. Tomando como referencia la estructura del ácido linolénico que encontrará en la Tabla 22 del Cuadernillo de Datos, explique por qué el punto de fusión del ácido araquidónico es mucho menor que el del ácido linolénico, a pesar de tener dos átomos de carbono más. [3]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



**F2.** Los antioxidantes se pueden usar para prolongar el tiempo de conservación de los alimentos.

(a) Defina los términos:

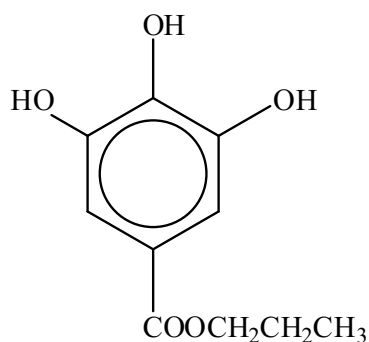
(i) *tiempo de conservación* [1]

.....  
 .....

(ii) *antioxidante.* [1]

.....  
 .....

(b) Usando la Tabla 22 del Cuadernillo de Datos, y la estructura del galato de propilo (PG) que se da a continuación, compare las características estructurales de los tres antioxidantes habituales 3-BHA, BHT y PG. [4]



.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta F2: continuación)

- (c) Indique **un** ejemplo de un antioxidante natural de uso habitual e indique **una** posible ventaja para la salud a largo plazo derivada del consumo de alimentos que lo contienen. [2]

Antioxidante:

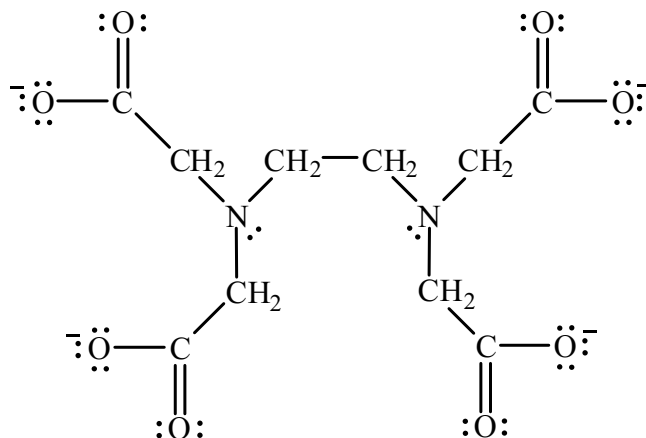
.....

Ventaja para la salud a largo plazo:

.....

.....

- (d) La estructura del anión etilendiaminotetracetato, (EDTA)<sup>4-</sup>, un ligando quelante, es la siguiente.

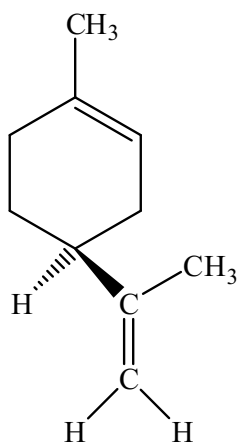


Se ha encontrado que inhibe la oxidación catalítica del Fe<sup>2+</sup> en la carne cruda. Explique por qué (EDTA)<sup>4-</sup> se puede describir como ligando quelante. [1]

.....

.....

- F3.** Para clasificar enantiómeros se usan diferentes convenciones. Las pieles de la naranja y el limón contienen diferentes enantiómeros del compuesto limoneno. Uno de los enantiómeros se representa a continuación.



(a) Identifique con un asterisco,\*, el centro quiral de este enantiómero. [1]

(b) El enantiómero (+)*d*, tiene el olor característico de las naranjas y el enantiómero (–)*l* tiene el olor característico de los limones. Explique el significado de los símbolos (+)*d* y (–)*l* usados en esta notación. [1]

.....

.....

(c) También se usa la notación R, S. El enantiómero (+)*d* se describe frecuentemente como R-limoneno y el enantiómero (–)*l* como S-limoneno. Explique el significado de la notación R, S e indique si la estructura mostrada es R o S. [2]

.....

.....

.....

.....

- F4.** El proceso químico que hace que la mantequilla se enrancie se denomina rancidez oxidativa. Describa, usando ecuaciones, los pasos que comprende el mecanismo en cadena de radicales libres que ocurre durante la rancidez oxidativa. [4]

Iniciación:

.....  
.....

Propagación:

.....  
.....

Terminación:

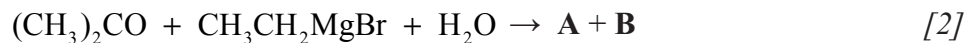
.....  
.....

**Opción G — Química orgánica avanzada**

**G1.** La química carbonílica de los aldehídos y cetonas comprende un número de diferentes tipos de reacciones.

(a) Indique las fórmulas de los productos, **A–C**, formados en las siguientes reacciones.

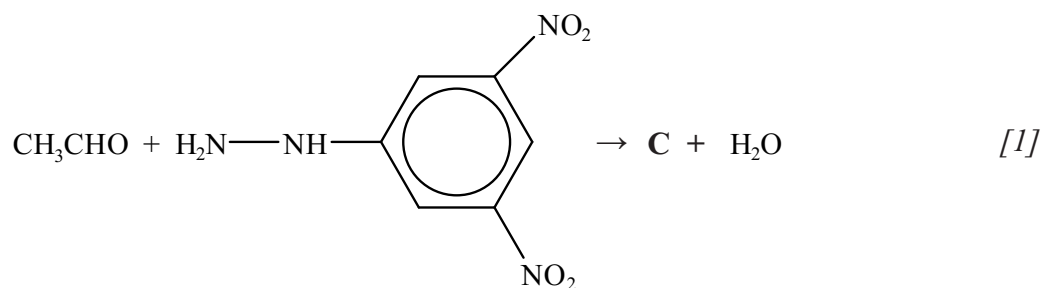
(i)



**A:** .....

**B:** .....

(ii)



**C:** .....

(b) Indique qué tipo de reacción es la formación de **C** y  $\text{H}_2\text{O}$  en (a) (ii). [1]

.....

**G2.** Los ácidos etanoico y cloroetanoico contienen el grupo carboxilo.

- (a) Explique por qué el ácido cloroetanoico es un ácido más fuerte que el ácido etanoico. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Resuma **una** posible serie de reacciones para sintetizar ácido etanoico a partir de clorometano. Su respuesta debe incluir:

- los reactivos usados
- una ecuación química relevante para cada etapa.

[2]

.....

.....

.....

.....

- G3.** (a) Las reacciones habituales de los alquenos son adiciones electrófilas. Describa el mecanismo de la siguiente reacción, usando flechas curvas para mostrar el movimiento de los pares electrónicos, y sugiera por qué se forma el producto orgánico, **D**, como producto principal. [5]

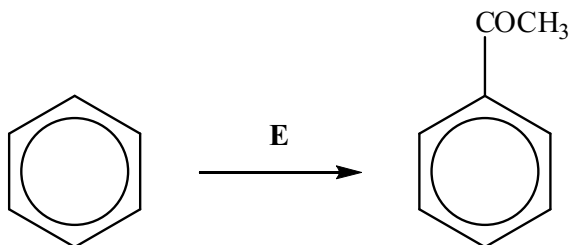


.....  
 .....

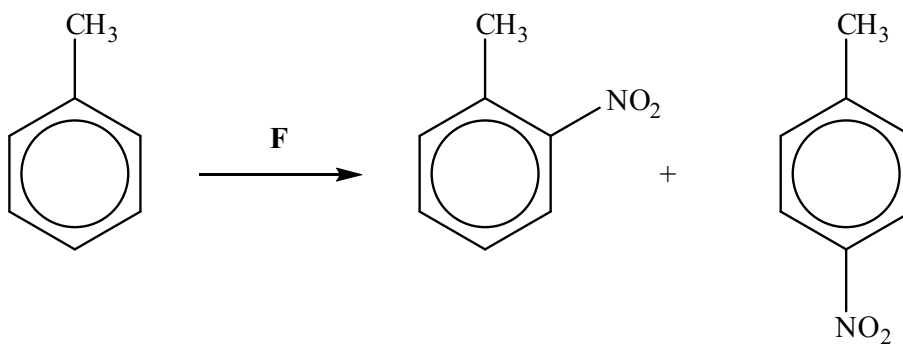
*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta G3: continuación)

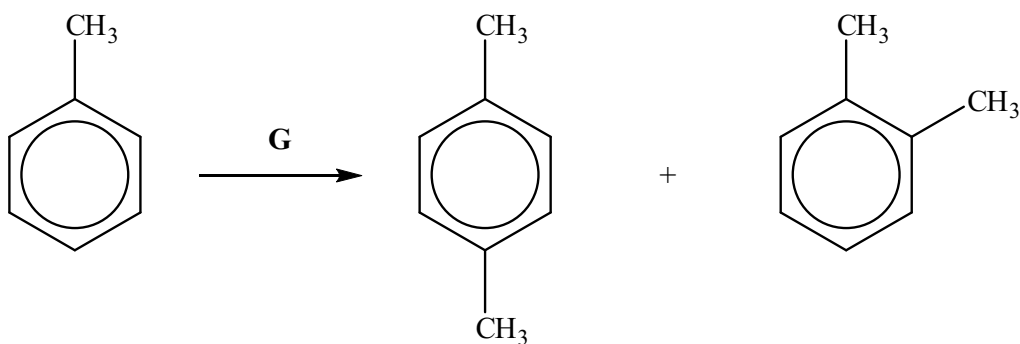
- (b) Tanto el benceno como el metilbenceno sufren reacciones de sustitución electrófilas. Indique las fórmulas de los reactivos, **E–G**, incluyendo cualquier catalizador que se use, en las siguientes conversiones. [3]



**E:** .....



**F:** .....



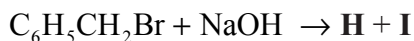
**G:** .....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G3: continuación)

- (c) Indique las fórmulas de los productos **H** e **I**, formados en la siguiente reacción. [2]



**H:** .....

**I:** .....

- (d) (i) Indique si el grupo –OH se puede describir como activador o desactivador respecto de las reacciones de sustitución electrófilas aromáticas. [1]

.....

- (ii) Describa el efecto orientador del –OH sobre el anillo bencénico en una reacción de sustitución electrófila aromática. [1]

.....

- (iii) Explique la disminución de reactividad debida a la presencia del grupo –NO<sub>2</sub> en una reacción de sustitución electrófila aromática. [2]

.....

.....

.....

.....

- (e) Considere las dos aminas metilamina, CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>, y dimetilamina, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH.

- (i) Usando la Tabla 15 del Cuadernillo de Datos, indique cuál de las aminas es más básica. [1]

.....

- (ii) Explique la basicidad relativa de las dos aminas. [2]

.....

.....

.....

.....

